



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PIMENTA DE CHEIRO EM
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E TIPOS DE ÁGUA**

Pedro Augusto Fiorese

Brasília, DF
Dezembro de 2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Pedro Augusto Fiorese

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PIMENTA DE CHEIRO EM
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E TIPOS DE ÁGUA**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Delvio Sandri

Brasília, DF
Dezembro de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

FIGIORESE, PEDRO AUGUSTO

“VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PIMENTA DE CHEIRO EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E TIPOS DE ÁGUA”. Orientação: Delvío Sandri, Brasília 2016, 38p.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. *Capsicum* spp. 2. Água residuária 3. Efluente 4. Análise econômica 5. Reúso

I. Sandri, D.de. II. Drº.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FIGIORESE, P. A. Viabilidade econômica da produção de pimenta de cheiro em diferentes densidades de plantio e tipos de água; Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária; Universidade de Brasília, 2016. 38p.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: PEDRO AUGUSTO FIGIORESE

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Viabilidade econômica da produção de pimenta de cheiro em diferentes densidades de plantio e tipos de água.

Grau: 3º, **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

PEDRO AUGUSTO FIGIORESE

CPF: 042732931-02

(61) 3631-4309/ e-mail: pedrofigiorese@hotmail.com

PEDRO AUGUSTO FIORESE

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PIMENTA DE CHEIRO EM
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E TIPOS DE ÁGUA**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. DELVIO SANDRI.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 13 de dezembro de 2016.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Termo de Aprovação

Autor: Pedro Augusto Fiorese

Título: Viabilidade econômica da produção de pimenta de cheiro em diferentes densidades de plantio e tipos de água.

Monografia de conclusão do Curso de Graduação em Agronomia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB.

Aprovado em: Brasília, 13 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Dêlvio Sandri
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Universidade de Brasília
Orientador

Prof. Dr. Armando Fornázier
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Universidade de Brasília
Examinador

Prof. Dr. Gervásio Fernando Alves Rios
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Universidade de Brasília
Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por iluminar o meu caminho. A Ele sou grato por tudo que sou e tudo que tenho.

Agradeço a minha família, meus pais e a meu irmão, por sempre confiar e estar ao meu lado.

Agradeço o meu professor e orientador Delvio Sandri pela confiança, disposição e ajuda dada durante toda a realização deste trabalho.

As demais pessoas que também estiveram envolvidas direta e indiretamente nesse trabalho, de modo especial a Sarah Camargo, Kaline Chagas e Sr. José Maria, os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a Universidade de Brasília, em especial a Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, aos professores e servidores a qual sou grato pela minha formação profissional.

Agradeço a turma do “Bola Murcha” e dos “Fundadores”: Ana Paula Montavão, André Osório, Bárbara Souza, Cassius Scolmeister, Catherine Mendes, Daniel Kudiess, Diego Andrade, Djane Leite, Erick Sabino, Guilherme Nogueira, Igor Bacon, Jasmim Teixeira, Karen Crystine, Lara Aquino, Lara Nesralla, Leandro Tedesco, Lucas Lima, Maíra Araújo, Mariana Barbosa, Tailine Biachi e Thalita Guimarães. Por ser muito mais que uma turma da faculdade. Obrigado por todos os momentos!

Por fim, agradeço a todas as pessoas que estiveram ao meu lado durante essa jornada.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Caracterização e tratamento de esgoto	4
3.2 Modelo de custo operacional.....	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	8
4.1 Caracterização do local dos experimentos.....	8
4.2 Dados climáticos.....	8
4.3 Origem do efluente de esgoto tratado (EET) e água do córrego (Ac).....	9
4.4 Tratamento do efluente	9
4.5 Atributos no efluente de esgoto tratado e água do córrego	11
4.6 Delineamento experimental	12
4.7 Cultivar de pimenta e formação das mudas.....	14
4.8 Sistema de irrigação e manejo	14
4.9 Correção e adubação do solo	16
4.10 Colheita dos frutos.....	17
4.11 Viabilidade econômica	17
4.12 Análise dos resultados	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 Produtividade da pimenta de cheiro	19
5.2 Viabilidade econômica da pimenta de cheiro.....	19
6 CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Atributos no efluente de esgoto tratado (EET) e na água do córrego (Ac).	12
TABELA 2. Preço de Insumos no ano de 2016.	18
TABELA 3. Produtividade em função do tipo de água e espaçamento entre plantas e diferença entre a produtividade obtida para EET e E40 em relação a Ac e E60.	19
TABELA 4. Custo de produção de um hectare de cultivo de pimenta de cheiro com 25.000 plantas.	21
TABELA 5. Custo de produção de um hectare de cultivo de Pimenta de Cheiro com 16.667 plantas ha ⁻¹	22
TABELA 6. Avaliação econômica do cultivo de um hectare de Pimenta de Cheiro na região de Brasília, DF.	23

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Tanque Séptico. Fonte: (ALTVATER, 2008)	5
FIGURA 2: Desenho esquemático de um Leito Cultivado. Fonte: Salati (2009).....	6
FIGURA 3. Temperatura média em relação aos dias após o transplântio (DAT).	8
FIGURA 4. Evapotranspiração corrigida para o gotejamento em relação as datas.	9
FIGURA 5. Localização de algumas dependências da FAL e planta baixa da estação de tratamento de esgoto - ETE/FAL/UnB.	10
FIGURA 6. Croqui do experimento com disposição dos equipamentos de irrigação e distribuição dos tratamentos dentro dos blocos	13
FIGURA 7. Curva de retenção de água no solo do local do experimento, determinado pelo método da centrífuga e equação de ajuste da curva.	16

FIGURESE, P. A. Viabilidade econômica da produção de pimenta de cheiro em diferentes densidades de plantio e tipos de água. 2016. 37 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

Esse trabalho teve o objetivo de avaliar a viabilidade econômica da produção de pimenta de cheiro (*Capsicum* spp.) em diferentes densidades de plantio, sendo de 25.000 planta ha⁻¹ e 16.667 plantas ha⁻¹ e dois tipos de água, ou seja, efluente de esgoto tratado (EET) e água do córrego (Ac). O cultivo da pimenta em campo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL/UnB), no período de março a novembro de 2016, em delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 2 e quatro repetições. Para a avaliação econômica foi utilizado o método de orçamento parcial do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo. A relação benefício/custo variou entre 1,07 a 1,39 e margem de segurança varia entre -0,06 e -0,28. Sendo assim, o cultivo de pimenta de cheiro é economicamente viável nas diferentes densidades de plantio adotadas e tipo de água.

Palavras-Chave: Produtividade, água residuária, avaliação econômica, custo de produção.

1 INTRODUÇÃO

A pimenta de cheiro (*Capsicum* spp.) é uma hortaliça, considerada a mais brasileira de todas as espécies de pimentas domesticadas, pertence à família Solanacea e ao gênero *Capsicum*. Originária das Américas, ela é encontrada desde ao leste da Cordilheira dos Andes, porém é na Bacia Amazônica e no Pará aonde se encontra maior diversidade da espécie (ARAÚJO et al., 2013).

Assim, o Brasil possui uma grande variabilidade genética, apresentando diferentes formatos, cores, tamanhos e ardume. A planta é uma herbácea vigorosa e com alto enfolhamento, suas folhas são do tipo ovada a ovado-lanceoladas. Os seus frutos apresentam o formato tipo sino e sua coloração é verde à amarelo leitoso, quando maduro (HORTCERES SEMENTES, 2016).

Sem pungência, os frutos se destacam pelo baixo grau de abortamento e alta produtividade. O ciclo de produção geralmente é de 80 a 140 dias, com o rendimento de 12 a 50 t ha⁻¹. O início da colheita dos frutos se inicia aproximadamente aos 50 dias após o transplântio das mudas. O cultivo de pimentas acontece em todas as regiões do Brasil, sendo um dos melhores exemplos de sucesso para a agricultura familiar e de integração entre agricultor-agroindústria. Os principais estados produtores de pimenta no Brasil são: Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul. (RUFINO; PENTEADO, 2006)

A pimenta de cheiro (*Capsicum* spp.) é preferencialmente consumida *in natura*, porém também podem ser processadas e utilizadas em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos. Atualmente existe uma crescente demanda no mercado de pimentas, que é estimado em 80 milhões de reais por ano. Isso tem estimulado o aumento da área cultivada e o surgimento de agroindústrias em todo país, tornando o agronegócio entorno da pimenta de grande importância para o Brasil. (BRASIL, 2007)

Porém existe pouca informação para esse mercado, que apresenta ser bastante promissor para a economia brasileira, principalmente para os pequenos produtores. Sendo assim, esse estudo de viabilidade econômica para a pimenta de cheiro no Distrito Federal faz-se necessário devido à falta de informações sobre o tema, além de servir como guia para a tomada de decisão do produtor na hora investir no melhor modelo de produção para pimenta de cheiro e se é economicamente viável investir em um sistema de irrigação por gotejamento utilizando água proveniente de reuso, comparado a água de um córrego em diferentes densidades de plantio.

Para tornar uma atividade lucrativa do ponto de vista econômico, é necessário obter alta produtividade física e uma adequada rentabilidade econômica. Para isso, o conhecimento

dos custos de produção e rentabilidade das culturas, são cada vez mais importantes no processo de tomada de decisão do produtor sobre o que plantar (ARAÚJO et al., 2004). No Distrito Federal os produtores de pimenta cultivam em pequenas áreas, sendo as espécies mais cultivadas e comercializadas: pimenta-de-bode, malagueta, pimenta de cheiro, cumari, dedo-de-moça e pimenta-do-reino (Brasil, 2006).

Não existem dados exatos sobre a produção de pimenta de cheiro, mas a Cooperativa agrícola da região de Planaltina (COOTAQUARA), considerada pela Emater-DF a maior produtora de pimenta de cheiro do Distrito Federal, comercializa semanalmente de 15 a 20 caixas de 10 kilos cada e além disso uma parte da produção fica com os produtores da região comercializam por conta própria.

O Distrito Federal é um grande produtor de alimentos, mas o volume de água utilizado na atividade agrícola é sempre assunto que entra em discussão, ainda mais em tempos de crise hídrica. Sendo assim, a utilização de água residuária na irrigação tende a ser uma alternativa para enfrentar a crise hídrica que tende só a agravar com o passar dos anos.

A irrigação além de possibilitar o cultivo em áreas aonde sofre com irregularidade das chuvas, tem se tornado indispensável para a produção de alimentos visto as mudanças climáticas que vem acontecendo. Entretanto, apesar da expansão rápida da agricultura irrigada no Brasil existe pouco cuidado com o manejo correto da irrigação, levando ao desperdício de água por irrigar além do necessário, ou até mesmo irrigar abaixo do necessário para o desenvolvimento da planta. Portanto, para esse trabalho foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, sendo considerado um dos mais eficientes na aplicação de água.

2 OBJETIVOS

Avaliar a viabilidade econômica da pimenta de cheiro para diferentes densidades de plantio e tipo de água utilizado na irrigação no Distrito Federal.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Caracterização e tratamento de esgoto

O efluente tratado é uma fonte de água e de nutrientes para as plantas, porém o seu uso deve ser feito de forma racional para que não haja uma contaminação do sistema solo-água-planta (BERTONCINI, 2008).

A qualidade do efluente tratado varia de acordo com a carga orgânica da água residuária que é tratada pela estação de tratamento (THEBALDI et al, 2013). Para o reuso adequado na irrigação é preciso realizar tratamento deste efluente para remover a concentração de sólidos e matéria orgânica putrescível, além de garantir que essa água atenda os padrões de qualidade estabelecidos para a sua utilização (SOUSA et al., 2005).

Segundo Sousa et al. (2005), o Brasil não possui uma legislação que regule os padrões do efluente tratado para o uso na agricultura, sendo assim se utiliza como base as normas da Organização Mundial da Saúde (OMS), que é negligente a presença de protozoários e vírus, o que pode representar um perigo de contaminação para os trabalhadores e consumidores das culturas irrigadas.

Segundo Bertoncini (2008), o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) lançou, em 2003, uma minuta de resolução incentivando o uso de efluente tratado e estabelecendo os padrões de qualidade para o seu uso em diversas modalidades, entretanto, no ano de 2005, o órgão lançou a Resolução Nº 54 que incentiva o reúso em diversas modalidades, mas não estabelece padrões específicos para a sua utilização. Segundo Almeida (2010), o uso de água residuária no Brasil já é difundido para a irrigação de hortaliças e algumas forrageiras, mas tem se desenvolvido sem planejamento ou controle, por conta da falta de uma padronização de seu uso pelas agências reguladoras e da falta de conhecimento técnico dos produtores rurais.

Existem diversas etapas de tratamento de esgoto, sendo o tratamento primário, realizado, por exemplo, por tanques sépticos que promove a remoção de sólidos e matéria orgânica, mas este não é eficiente para a remoção de nitrogênio, fósforo e patógenos (BERTONCINI, 2008). Sendo assim, o uso de leitos cultivados realiza um segundo tratamento, para a remoção destes.

Em um trabalho de Sousa et al. (2000), o sistema de cultivo de leitos teve uma taxa de remoção de 79 a 84% da Matéria Orgânica (DQO); 76% para Nitrogênio e 100% para Fósforo, portanto se considerou o sistema como eficiente no pós-tratamento de esgotos sanitários pré-tratados anaerobicamente. Segundo Colares e Sandri (2013), em um sistema combinado de tratamento na Universidade Estadual de Goiás, similar com a EET/FAL/UnB

(REIS, 2016), as eficiências de remoção foram de 65,40% para Demanda Química de Oxigênio (DQO); 79,01% para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); 59,79% para Sólidos Totais (ST); 87,12% para Sólidos Suspensos Totais (SST); 92,0% para Coliformes Totais (CT); 95,71% para *E. coli* e 82,54% para turbidez.

No Brasil, o tratamento de esgoto com tanques sépticos é normalizado pela NBR-7229, porém essa normativa não contempla a utilização dos leitos cultivados (VALENTIM, 1999). Na zona rural do Brasil, as propriedades em geral não possuem sistemas de tratamento de água e esgoto, muitas possuem uma fossa para os dejetos que geralmente se localiza próxima a fonte de água usada pelos moradores e essa proximidade contribui para a proliferação de doenças e contaminação da água (BERTONCINI, 2008). Para essa situação se destaca o uso do sistema de tanques sépticos, pois são de fácil construção, o funcionamento é simples e possuem um baixo custo de implementação (COLARES; SANDRI, 2013).

Mannich, Santos e Mannich (2009), reafirmam as vantagens e eficiência do tanque séptico, mas defendem que a remoção de matéria orgânica é moderada, sendo necessário um pós-tratamento para que ocorra a remoção da matéria orgânica de forma aceitável. Para essa remoção, então se sugere a adoção do sistema de leitos cultivados (CHAGAS et al., 2011).

Os tanques sépticos surgiram em 1895 e são amplamente difundidos, seu princípio de funcionamento são: a sedimentação dos materiais mais pesados, a digestão da matéria orgânica e o adensamento do lodo (ALTVATER, 2008). Um esquema de funcionamento do tanque séptico pode ser visto na Figura 1:

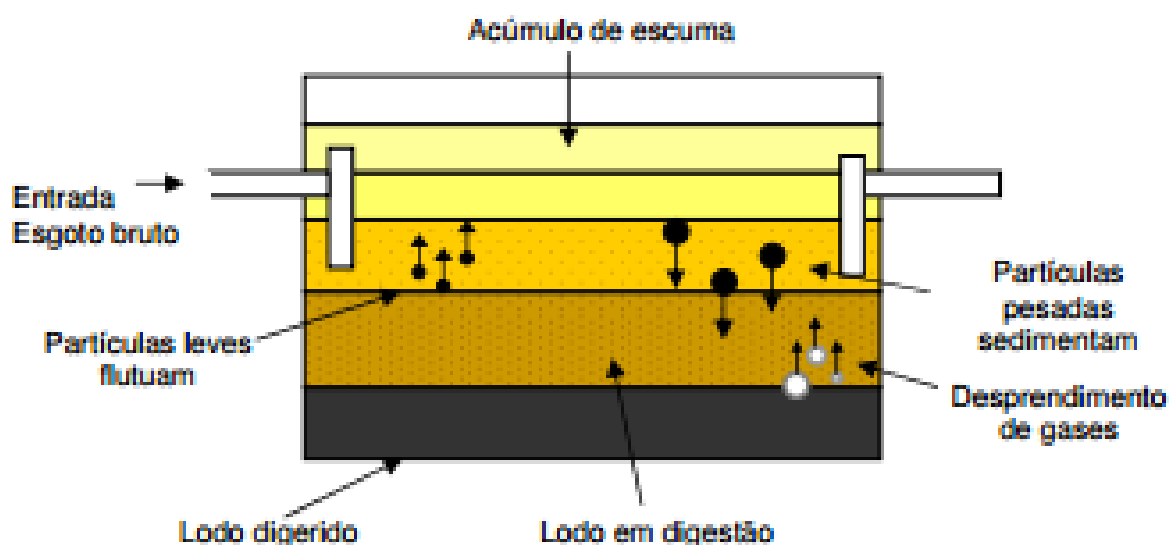


FIGURA 1. Tanque Séptico. Fonte: (ALTVATER, 2008)

As etapas de funcionamento são divididas em quatro, que são descritas da seguinte forma (CHERNICHARO, 1997):

- O esgoto bruto entra no tanque pela parte superior e as partículas pesadas presentes vão para o fundo do tanque, passando a constituir a camada de lodo;
- Os outros materiais presentes no esgoto e que não sedimentaram, flutuam e formam a camada de espuma;
- O material orgânico retido no fundo do tanque sofre decomposição anaeróbica, formando CO_2 , CH_4 e H_2S .
- O esgoto que ficar entre a camada de espuma e do lodo, vai fluir deixando o tanque séptico em sua extremidade oposta;

Entretanto, a eficiência para remoção de matéria orgânica é baixa e também possui baixa eficiência para remoção de microrganismos patogênicos, sendo assim é necessário um pós-tratamento que costumam serem os leitos cultivados, filtros biológicos e valas de filtração (ALTVATER, 2008).

A utilização de leitos cultivados se destaca pela sua versatilidade. As plantas têm duas funções importantes no processo, fornecendo oxigênio para os microorganismos na rizosfera e aumentando e estabilizando a condutividade hidráulica (SALATI; FILHO; SALATI, 2009). Entretanto, segundo Valentim (1999), além do tratamento do efluente, o uso de macrófitas tem como vantagem o benefício estético e o controle de odor. Dependendo do projeto e das condições da água a ser purificada observa-se também boa remoção de nitrogênio e fósforo (SALATI; FILHO; SALATI, 2009). Um desenho esquemático do sistema pode ser observado na Figura 2:

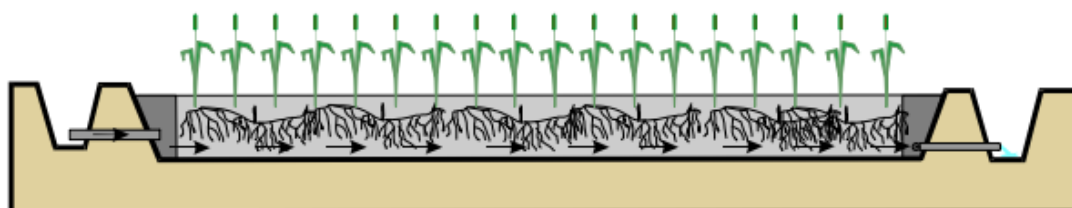


FIGURA 2: Desenho esquemático de um Leito Cultivado. Fonte: Salati (2009)

A adoção deste sistema de tratamento tem como aplicação viabilizar a agricultura irrigada em regiões com restrições hídricas, além de poder servir como fonte de nutrientes para as plantas que forem utilizar da água de reúso. Tornando possível o desenvolvimento de regiões que sofrem com a crise hídrica e gerar renda para os produtores rurais.

3.2 Modelo de custo operacional

Para a determinação da viabilidade econômica pode ser utilizado o modelo de custo operacional desenvolvido pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (IEA-São Paulo) (MATSUNAGA et al., 1976). Na estimativa dos custos de produção, deve ser contabilizado quatro fatores: horas de trabalho gastos por operação agrícola, os tipos de trabalho realizados, insumos que serão utilizados durante toda a produção e os custos indiretos relacionados a produção (MARTIN et al., 1994).

A agricultura é uma atividade de alto risco, devido aos diversos fatores que afetam as culturas, sendo a disponibilidade um dos fatores que mais contribui para ocorrência destes riscos (MOUSINHO; JÚNIOR; FRIZZONE, 2008). A escolha do modelo de custo operacional do IEA-São Paulo se deve ao fato de ter se mostrado bastante eficaz ao longo do tempo, sendo aplicadas as mais diversas culturas e criações (OLIVEIRA; NACHILUK; MELLO, 2011).

Utilizado por diversos pesquisadores, essa metodologia desenvolvida para determinar o custo de produção que separa o mesmo em duas categorias: Custos Operacionais Efetivos (COE) e Custos Indiretos (CI), que resultam no Custo Total (CT), em que a relação Custo Benefício é resultado da divisão entre a Receita Total da venda (RT) e o CT (SANDRI; PEREIRA; VARGAS, 2014).

Segundo Sandri, Pereira e Vargas (2014), o COE correspondem às despesas diretas relacionadas especificadamente a determinada atividade, desde o preparo do solo até a colheita. Estes custos são fáceis de serem mensurados, diferentemente do CI que não são tão exatos por estarem relacionados com fatores que são difíceis de serem contabilizados (Nachiluk; Oliveira, 2012). O CI corresponde aos custos fixos e as despesas indiretas que o produtor tem, tais como: custo da terra, depreciação de equipamentos e instalações, salário do empregado e impostos (SANDRI; PEREIRA; VARGAS, 2014).

O mais importante é o produtor sempre contabilizar todos os custos e fontes de receita, para que este tenha condições de saber aonde pode ser feito reduções de despesas e planejar investimentos nas áreas que tem maior retorno, tornando esse método um instrumento de tomada de decisão sobre a sua produção (Nachiluk; Oliveira, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local dos experimentos

O cultivo da pimenta de cheiro foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL), nas coordenadas 15°56' a 15°59' S e 47°55' a 47°58' W. A altitude média é de 1100 m, e conforme a classificação de Köpen, o clima da região é do tipo Aw, sendo caracterizado por duas estações bem definidas, uma estação quente e chuvosa, que ocorre de outubro a abril e outra fria e seca de maio a setembro (NIMER, 1989). A temperatura média entre os anos de 1993 a 2013 foi de 22,1°C com precipitação média anual de 1468,6 mm. O solo é ácido a muito ácido, com alto teor de alumínio e baixos teores de cálcio e magnésio (LIBANO e FELFILI 2006). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico segundo o sistema brasileiro de classificação de solos (BRASIL, 2013), textura muito argilosa e situada em relevo plano.

4.2 Dados climáticos

A temperatura oscilou durante o plantio, mas dentro de limites recomendados para o cultivo da pimenta de cheiro, ou seja, entre 25 e 30°C (Figura 3). Seguindo os dados da Estação Meteorológica da FAL, a ocorrência de precipitações foi pequena durante o cultivo da pimenta, num total de 38,6 mm no mês de agosto, 23,8 mm no mês de setembro e 70,4 mm em todo mês de outubro, o que representa pouca importância para os cálculos de aplicação da irrigação.

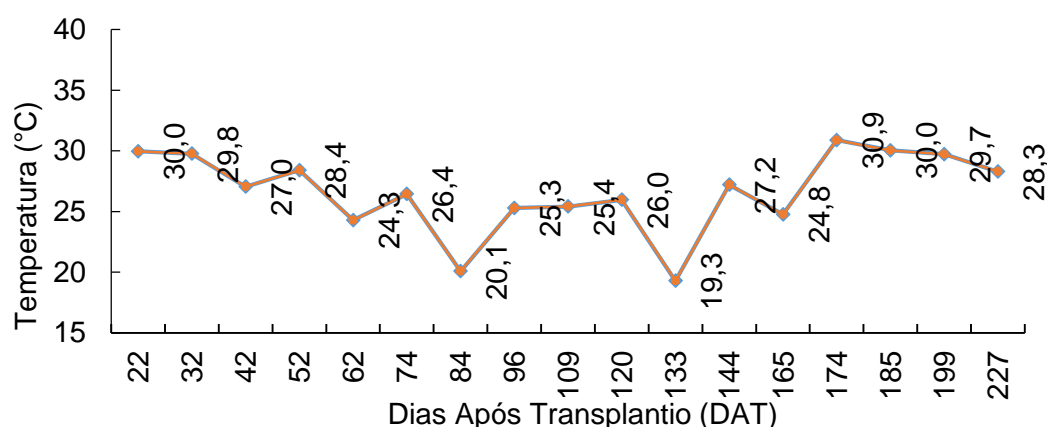


FIGURA 3. Temperatura média em relação aos dias após o transplante (DAT).

A Evapotranspiração na área irrigada por gotejamento (ETg) variou de acordo com os estádios fenológicos da planta e com as condições climáticas encontradas. Nos primeiros 32 dias após o transplântio (até 5/07/2016), a taxa de evapotranspiração estava baixa devido ao pequeno índice de área foliar. A partir desta data correram picos de ETg (Figura 4), devido às condições de baixa umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas. A planta, em períodos de baixa umidade relativa do ar, tendo água no solo, transpira mais e, portanto, necessita de uma maior quantidade de água para compensar o que é perdido.

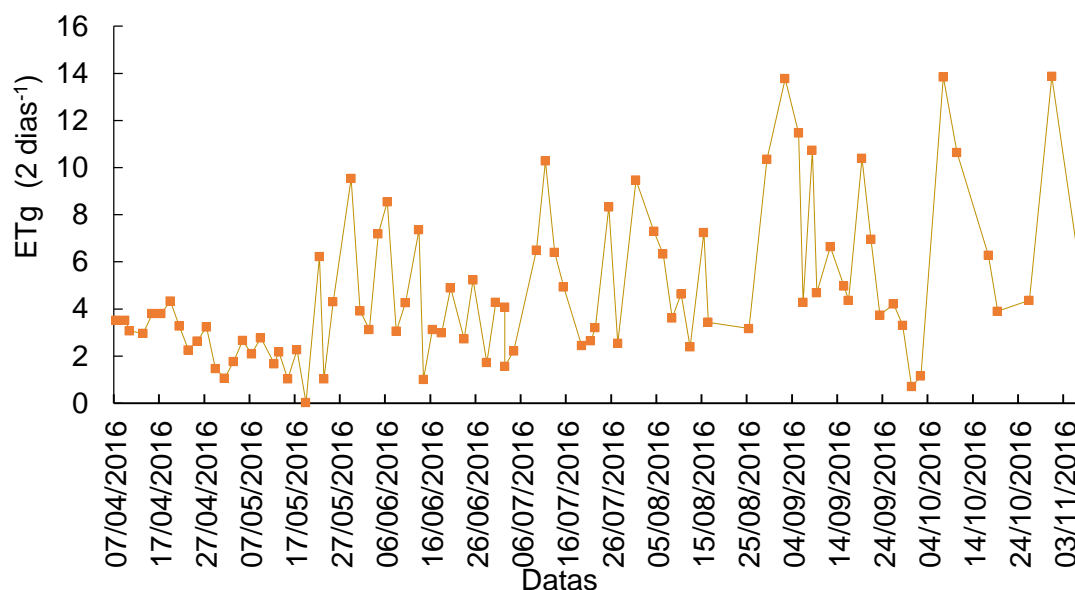


FIGURA 4. Evapotranspiração corrigida para o gotejamento em relação às datas.

4.3 Origem do efluente de esgoto tratado (EET) e água do córrego (Ac)

A EET da FAL/UnB é prioritariamente de descargas sanitárias e do refeitório, que pela sua composição é caracterizado essencialmente como esgoto doméstico, sendo estas as únicas fontes de esgoto destinadas ao tratamento, não sendo derivado à ETE/FAL/UnB nenhum efluente de laboratórios.

A água do córrego utilizada para irrigação é captada diretamente do córrego presente na FAL/UnB, depois passa por um sistema de filtragem com filtros de área e é então distribuída para as instalações da FAL/UnB, de onde foi captada para uso na irrigação.

4.4 Tratamento do efluente

O volume diário de esgoto gerado na FAL/UnB é muito variável durante os dias da semana e sendo praticamente insignificante nos períodos de recesso de aulas da UnB (REIS, 2016). O tratamento é realizado por um conjunto de três tanques sépticos em série, e o tratamento secundário por um conjunto de três unidades de leitos cultivados e um leito sem

planta (testemunha) de fluxo subsuperficial, construídos em paralelo e independentes um do outro, preenchido com brita # 2 (Figura 5).

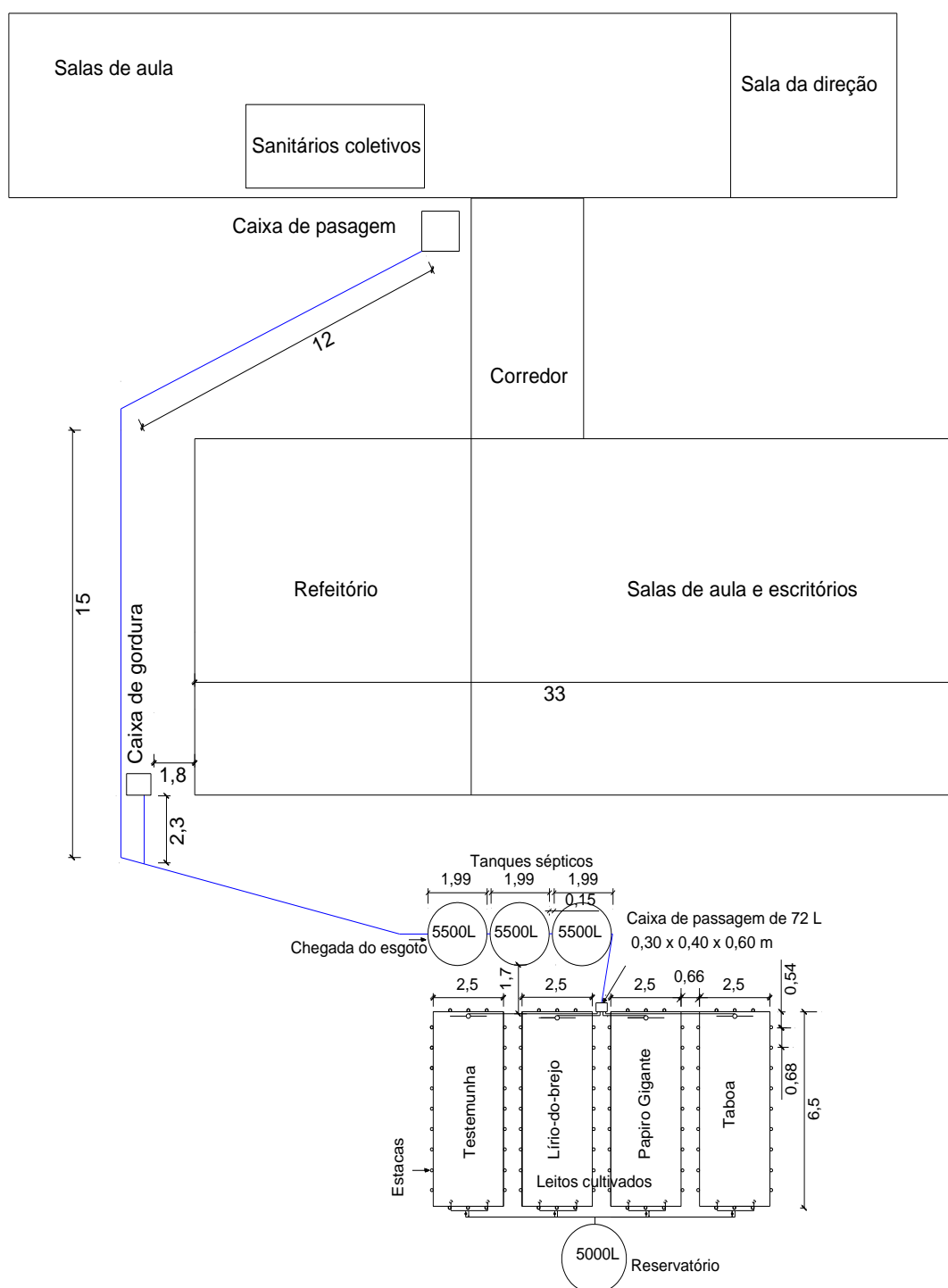


FIGURA 5. Localização de algumas dependências da FAL e planta baixa da estação de tratamento de esgoto - ETE/FAL/UnB.

O conjunto de três tanques sépticos em série constituídos de caixas de policloreto de polivinila (PVC), com tampa roscável, possui um volume total de 5500 L em cada tanque, ou seja, 15300 L de volume útil total. Após os tanques sépticos os efluentes entram em uma caixa de passagem, de onde é redistribuído igualmente entre os quatro leitos, três cultivados e um sem plantas. Estes foram construídos em estruturas retangulares de fibra de vidro, com espessura da parede de 4 mm, apoiados sobre o solo, com dimensões de 2,5 m (largura), 6,5 m (comprimento) e 0,5 m (altura).

Foram transplantadas a macrófita taboa (*Typha spp*) em um dos leitos, outro com papiro-brasileiro (*Cyperus giganteus*) e um com Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium Koehne*) e um sem plantas. Após passar pelos leitos cultivados o efluente foi conduzido até uma caixa de fibra de vidro (reservatório) com volume de 5000 L. Desse reservatório, o efluente é bombeado para reúso em irrigação e o excedente é conduzido para valas de infiltração, como sendo o destino final.

O tempo de detenção hidráulica (TDH) foi variável durante os horários do dia e também entre os dias da semana, em todas as etapas do tratamento devido à grande oscilação no volume de esgoto produzido.

4.5 Atributos no efluente de esgoto tratado e água do córrego

O pH foi de 6,8 e a condutividade elétrica de $2 \mu\text{S cm}^{-1}$ na Ac, e de 7,5 e $803 \mu\text{S cm}^{-1}$ no EET, dentro de limites aceitáveis para uso na irrigação (ALMEIDA, 2010).

Por sua vez, os teores médios de sólidos totais dissolvidos foram de 7,25 e 513 mg L^{-1} para a Ac e EET, respectivamente, o que indica que existem maiores teores de sais dissolvidos no EET, alguns destes sendo disponibilizadas e absorvidas pelas plantas para seu crescimento.

O teor de nitrato e nitrito na Ac foi 0 mg L^{-1} , já no EET foi de $9,61 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,17 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente, ou seja, dentro de valores aceitáveis para uso na irrigação. Já os teores de sódio, cálcio e magnésio foram de 32,89, 272,0 e $15,6 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ na Ac, o que resulta em $11,99 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ e de 2555,0, 1152 e $30 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ no EET, respectivamente, o que resulta em a razão de absorção de sódio - RAS de $106,3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$. Por sua vez, o potássio na AC foi 0 e no EET foi superior, ou seja, $38,90 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 1).

TABELA 1. Atributos no efluente de esgoto tratado (EET) e na água do córrego (Ac).

Tipo de água	Nitrato (mg L ⁻¹)	Nitrito (mg L ⁻¹)	pH	Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	Potássio (mg L ⁻¹)	Sódio (mmol _e L ⁻¹)	Cálcio (mmol _e L ⁻¹)	Magnésio (mmol _e L ⁻¹)	RAS (mmol _e L ⁻¹) ^{0,5}
Ac	0	0	6,8	2	0	32,89	272,0	15,6	2,74
EET	9,61	0,17	7,5	803	38,9	2555,0	1152	106,3	101,8

De acordo com os parâmetros propostos por Almeida (2010) o EET está no intervalo usual nos parâmetros nitrito e potássio e fora nos teores adequados para os parâmetros de condutividade elétrica, cálcio e RAS. Para Ayers e Westcot (1991), a RAS até 10 não apresenta nenhuma restrição para uso na irrigação e não há problema de salinização do solo, acima deste valor há restrições, o que foi constatado no EET, com valor 10 vezes maior ao permitido.

4.6 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições (Figura 5), conforme a seguir.

Ac E40 – Água de córrego e espaçamento entre plantas de 0,4 m

Ac E60 – Água de córrego e espaçamento entre plantas de 0,6 m

EET E40 – Efluente de esgoto tratado e espaçamento entre plantas de 0,4 m

EET E60 – Efluente de esgoto tratado e espaçamento entre plantas de 0,6 m

Os tratamentos foram distribuídos por sorteio dentro da área experimental proposta, onde cada parcela é constituída por quatro linhas de plantio com 6 plantas cada uma, considerando-se úteis para a análise às plantas das duas linhas centrais, excluindo as plantas das extremidades, resultando em 8 plantas úteis por parcela e 32 por tratamento. O espaçamento entre plantas é de 0,60 m e entre linhas de 1,00 m (25.000 plantas ha⁻¹) sendo que cada parcela tem 3,6 m x 3,6 m (12,96 m²) de área e também espaçamento entre plantas é de 0,40 m e entre linhas de 1,00 m (16.667 plantas ha⁻¹) sendo que cada parcela tem 2,6 m x 3,6 m (9,36 m²). A distribuição dos tratamentos, equipamento e o esquema de irrigação são mostrados na Figura 6.

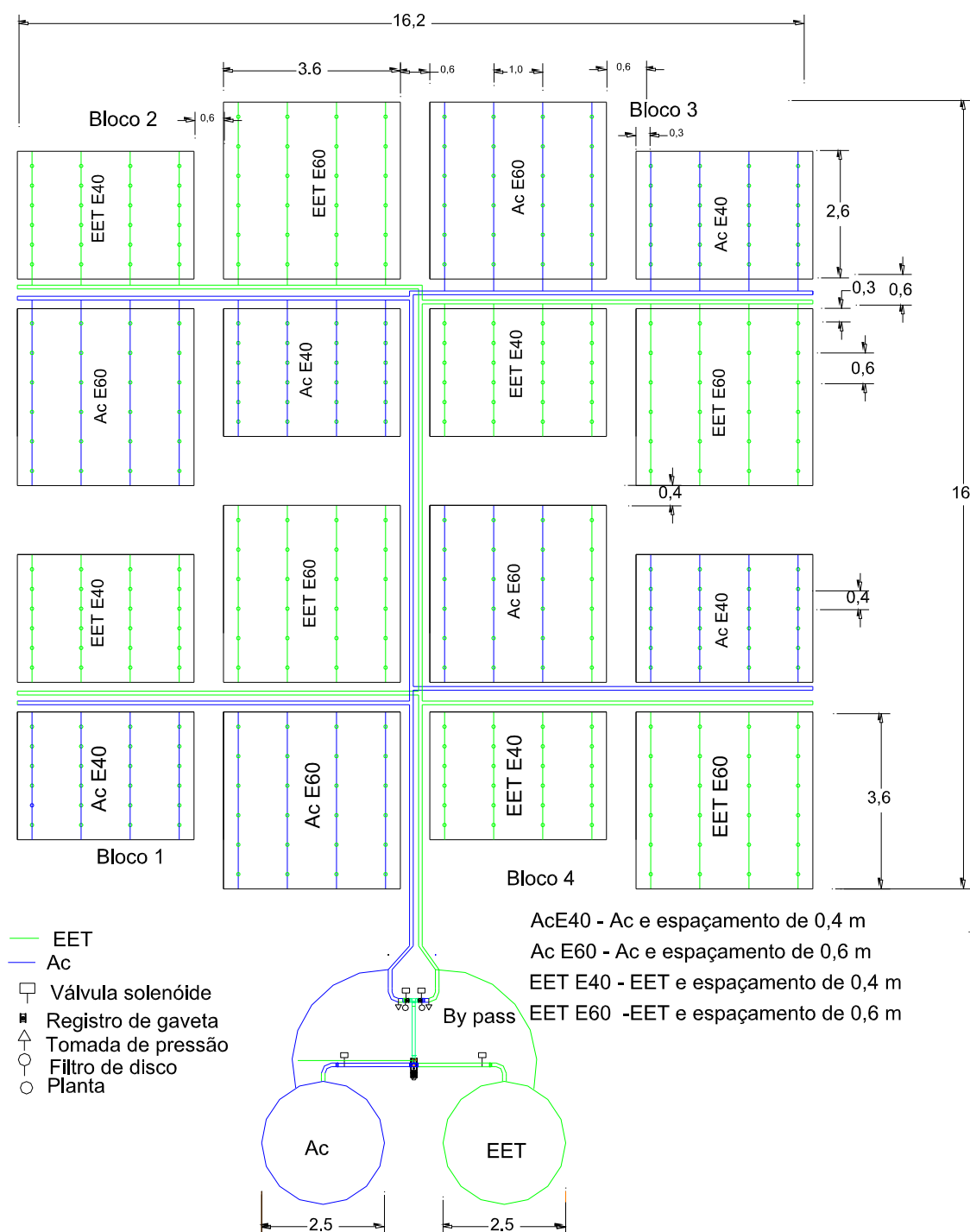


FIGURA 6. Croqui do experimento com disposição dos equipamentos de irrigação e distribuição dos tratamentos dentro dos blocos

4.7 Cultivar de pimenta e formação das mudas

As mudas de pimenta de cheiro (*Capsicum* spp.), da cultivar Hortivale, foram obtidas no viveiro especializado no Núcleo Rural Casa Grande - Gama - DF, em bandejas de isopor com 128 células, sendo utilizado como substrato a vermiculita. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas ou aproximadamente 10 cm de altura.

4.8 Sistema de irrigação e manejo

Para cada tipo de água instalou-se um cabeçal de controle composto de um filtro de disco de 125 microns, uma tomada para manômetro, um registro de gaveta, um by-pass e duas válvulas solenoide para controle do fluxo de água. Sendo a irrigação realizada por gotejamento superficial com fitas de 12 mm de diâmetro, instalados a 0,05 m da linha de plantio e o espaçamento entre emissores de 0,30 m. Os gotejadores são do tipo in line de fluxo turbulento, com vazão de $1,3 \text{ L.h}^{-1}$ na pressão de 15 kPa. O sistema contava com duas caixas de água, uma para cada tipo de água, com capacidade de 1000 L cada e uma moto-bomba de 1 CV. Tudo era controlado por um painel de controle automático, em que se programava o tempo e acionava o tipo de água a ser usado.

O painel de controle acionava as válvulas solenoides, fechando ou abrindo, a partir da programação desejada. A irrigação foi realizada com turno de rega de dois dias, iniciado geralmente às 15 h e o tempo variavam em função da lâmina de água necessária. O diâmetro do bulbo molhado foi de 0,5 m gerando, resultando em percentual de área molhada de 50%.

A evapotranspiração de referência (ET_o) para o manejo da irrigação foi feita a partir da Evaporação do Tanque “Classe A”. No turno de rega de dois dias, a ET_o foi obtida pela Equação 1 e a evapotranspiração da cultura (ET_c) pela Equação 2, já a evapotranspiração da cultura foi corrigida pela Equação 3 e a Irrigação total necessária pela Equação 4.

Conhecendo-se a ITN e a lâmina média aplicada pelos gotejadores na faixa molhada equivalente à uma hora de funcionamento (Li), obteve-se o tempo de irrigação (Ta) pela Equação 5.

$$ET_o = EV \times k_p \quad (1)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o - P_e \quad (2)$$

$$ET_G = ET_c \times 0,1 \times P_w^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$ITN = \frac{ET_G}{CUD} \quad (4)$$

$$T_a = \frac{ITN}{L_i} \quad (5)$$

Em que:

ET_G = Evapotranspiração da cultura corrigida (mm);

P_w = Porcentagem da área molhada (%), medida em condições de campo;

EV = Evaporação do tanque “Classe A” (mm 2 dias⁻¹);

k_p = Coeficiente do tanque “Classe A” (adimensional);

ITN = Irrigação total necessária (mm 2 dias⁻¹);

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição (adimensional = 0,9), medido em ensaio de campo;

P_e = Precipitação efetiva (mm 2 dias⁻¹);

T_a = Tempo para aplicação da lâmina de irrigação (h);

L_i = Lâmina de irrigação aplicada pelo gotejador (mm).

O valor de k_p foi obtido em curva psicrométrica, com dados de entrada de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido e umidade relativa do ar.

Os valores de K_c foram de 0,5 (até 30 DAT), 0,55 (de 31 a 39 DAT), 0,65 (de 40 a 47 DAT), 0,75 (de 48 a 55 DAT), 0,85 (56 a 60 DAT), 1,05 (de 61 a 70 DAT), 1,20 (de 71 a 85 DAT) e 0,9 (até o final do ciclo).

Foram instalados os tensiômetros no dia 01 de abril de 2016 nos canteiros de diferentes tratamentos, correlacionados a diferentes espaçamentos, sendo instalados 8 na profundidade de 0,1 m para aferição do manejo e 8 na profundidade de 0,30 m para aferição do excesso ou déficit de água aplicada. Sendo que foram 8 para cada tipo de espaçamento, e destes, quatro para cada tipo de água. A leitura da tensão foi feita com uso de um tensímetro digital de pulsão com precisão de 0,01 kPa. Com a umidade obtida indiretamente, em curva

de retenção de água no solo, determinada a partir de 5 amostras indeformadas. As tensões avaliadas na centrifuga foram as de 0, 1, 3, 6, 10, 33, 80, 400, 1000 e 1500 kPa (Figura 7).

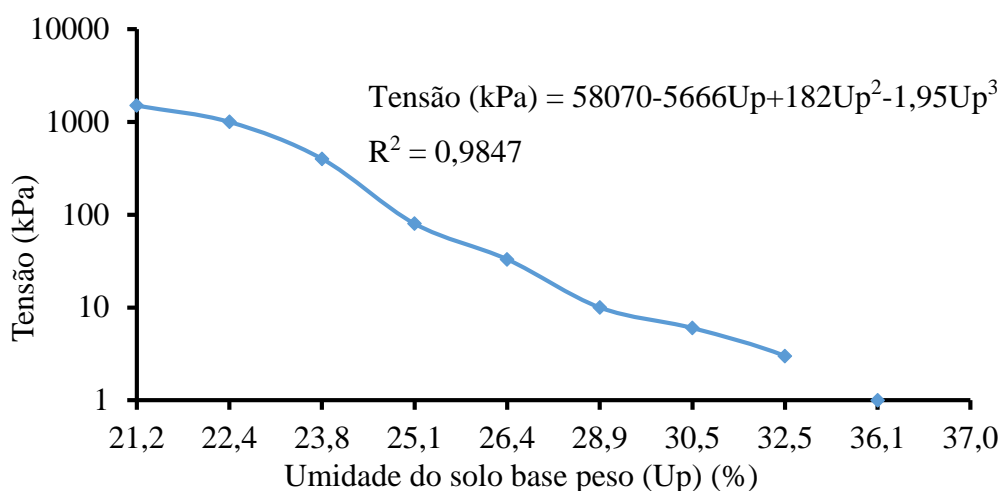


FIGURA 7. Curva de retenção de água no solo do local do experimento, determinado pelo método da centrifuga e equação de ajuste da curva.

A tensão de água no solo registrada nos tensiômetros durante o cultivo estava adequada à cultura do pimentão de acordo com Marouelli e Silva (2012), assim, não houve correção da lâmina de irrigação devido à redução da tensão de água no solo (ks).

4.9 Correção e adubação do solo

Com base na análise do solo, aplicou-se calcário dolomítico, contendo CaO 30%, MgO 18% e PRNT 100%, na dosagem de 6820 kg ha⁻¹, para elevar a saturação de base a 75%, feita de acordo com metodologia de saturação por bases descrita em SOUSA et al. (2004). A incorporação do calcário foi realizada com grade aradora até 0,20 m de profundidade, no dia 05/02/16.

A adubação de base, conforme EMATER (1987) foi de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, as fontes utilizadas foram Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, aplicadas a lanço em toda a área dez dias antes do transplantio e incorporada com enxada manual.

Adubação de base foi de 40 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples e 8 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio, no espaçamento entre plantas de 0,40 m e 50 kg ha⁻¹ Superfosfato Simples e de 13,6 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio, no espaçamento entre plantas 0,60 m, aplicadas a lanço em toda a área dez dias antes do transplantio e incorporada com enxada manual.

A adubação de cobertura, descrita pelo fabricante da semente de pimenta, foi de 120 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na formulação de ureia e cloreto de potássio,

respectivamente e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na formulação de superfosfato simples, dividido em 5 aplicações ao longo da cultura.

4.10 Colheita dos frutos

O Início de colheita foi aproximadamente aos 60 dias após o transplante (DAT), sendo realizadas seis colheitas nos seguintes DAT (60, 73, 89, 113, 150, 198 DAT). As colheitas eram feitas a partir de quando se observava uma uniformidade entre os frutos e adequada ao consumo, sendo que eram colhidos todos os frutos das plantas úteis, independente da sua coloração. Houve um rendimento pequeno nas primeiras colheitas devido lento adaptação e desenvolvimento das plantas, possivelmente devido às baixas temperaturas no local do experimento, porém, apresentando elevado desenvolvimento nas últimas 3 colheitas, o que resultou também em maiores rendimentos.

4.11 Viabilidade econômica

Para a análise dos custos de produção e da viabilidade econômica foi utilizado o modelo de custo operacional desenvolvido pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (MATSUNAGA et al., 1976), utilizada por diversos pesquisadores (ARAÚJO et al., 2004; MELO et al., 2009, SOUZA et al., 2010, OLIVEIRA et al., 2011, SANDRI; PEREIRA; VARGAS, 2014).

Nessa metodologia, os custos são agrupados em duas categorias: na primeira, englobam os Custos Operacionais Efetivos (COE), que correspondem às despesas diretas com desembolso financeiro desde o preparo do solo até a colheita; na segunda estão reunidos os Custos Indiretos (CI), que refletem os custos fixos e as despesas indiretas que o produtor tem para a obtenção da produção de um hectare de pimenta de cheiro, tais como: custo da terra, depreciações de equipamentos e instalações, salário de encarregado, impostos, etc. O Custo Total (CT) corresponde ao somatório dos dispêndios diretos e indiretos. A relação Benefício Custo (B/C) foi o resultado do quociente entre a Receita Total da venda (RT) e o CT.

Para tanto, simulou-se a necessidade de insumos e equipamentos para irrigar a área equivalente a 1 ha para o sistema de irrigação por gotejamento superficial, considerando que a área de um ha corresponde a uma unidade operacional, portanto, toda a área é irrigada ao mesmo tempo.

Para a análise do custo de produção e da viabilidade econômica, obteve-se o preço dos insumos em três casas de insumos agrícolas de Brasília – DF e os preços de venda médio da pimenta de cheiro junto a Ceasa-DF para o ano de 2016, conforme a Tabela 2.

Para determinar a bomba de irrigação, considerou-se altura manométrica de 250 kPa, onde incluiu-se o desnível geométrico do terreno de 4 m, perdas de cargas localizadas e distribuídas na sucção e recalque de 6 m e pressão de funcionamento de 15 m.c.a., vazão de $0,012037 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e eficiência do conjunto motobomba de 80%, que resulta em potência de 5 CV. O custo com energia elétrica utilizada para o funcionamento da irrigação foi calculado utilizando a tarifa convencional para o Distrito Federal, sendo de 0,45 R\$ kWh⁻¹.

TABELA 2. Preço de Insumos no ano de 2016.

PRODUTO	UNIDADE DE VENDA	PREÇO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO MÉDIO
Mudas das Pimentas	128	R\$ 45,00	R\$ 0,35	0,35
Superfosfato Simples	50	R\$ 71,80	R\$ 1,44	
Superfosfato Simples	50	R\$ 82,00	R\$ 1,64	1,45
Superfosfato Simples	50	R\$ 63,00	R\$ 1,26	
Cloreto de Potássio	50	R\$ 114,50	R\$ 2,29	
Cloreto de Potássio	50	R\$ 126,00	R\$ 2,52	2,26
Cloreto de Potássio	50	R\$ 99,00	R\$ 1,98	
Uréia	25	R\$ 60,00	R\$ 2,40	
Uréia	50	R\$ 109,00	R\$ 2,18	2,08
Uréia	50	R\$ 83,50	R\$ 1,67	
Calcário	25	R\$ 8,60	R\$ 0,34	0,35
Calcário	25	R\$ 8,90	R\$ 0,36	
Mancozebe	5	R\$ 125,00	R\$ 25,00	25,00
Oxicloreto de cobre	1	R\$ 18,50	R\$ 18,50	18,50

4.12 Análise dos resultados

A produtividade foi analisada a partir de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando Software Assistat V. 7.7 Beta 2014 (ASSIS, 2014) e também considerando os índices de viabilidade econômica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Produtividade da pimenta de cheiro

Embora não houve diferença estatisticamente entre outros tratamentos, a produtividade da pimenta de cheiro foi maior em valor absoluto no tratamento EET E40 para (Tabela 3), demonstrando que o maior adensamento pode ser vantajoso, já que otimiza a área no espaço para o crescimento da planta, e consequentemente sua ramificação e frutificação são beneficiadas, ao mesmo tempo, não observou competição por nutrientes e luminosidade.

Nas condições em que o experimento foi desenvolvido é recomendável o menor espaçamento (40 cm entre plantas), uma vez que, não houve efeito negativo na qualidade e quantidade de frutos em nenhum tratamento e com adensamentos maiores tendem a otimizar o uso do espaço físico.

Observa-se que para o E40, o EET produziu 30,26% mais que a Ac, já no E60 esta diferença se reduz para 9,18%, possivelmente o maior número de plantas em E40 resultou em maior produtividade por planta individualmente.

TABELA 3. Produtividade em função do tipo de água e espaçamento entre plantas e diferença entre a produtividade obtida para EET e E40 em relação a Ac e E60.

Tratamentos	Produtividade (t ha ⁻¹)		Média	Diferença entre EET e Ac (%)
	E 40	E 60		
Ac	31,72	30,29	31,00	4,51
EET	41,32	33,07	37,20	19,97
Média	36,52	31,68		
Diferença entre E40 e E60 (%)	30,26	9,18		

Foi aplicado o teste de comparação de médias, mas o F de interação não foi significativo.

5.2 Viabilidade econômica da pimenta de cheiro

Os dados de viabilidade econômica do cultivo de pimenta de cheiro para o ano de 2016 na região de Brasília-DF, equivalente a um hectare de área cultivada, para a densidade de 25.000 plantas ha⁻¹ (E40), apresenta-se na Tabela 4, e para o cultivo de 16.667 plantas ha⁻¹ (E60), apresenta-se na Tabela 5.

Para densidade de plantio de 25.000 plantas ha⁻¹, dentre os custos, os operacionais efetivos foram os maiores, chegando a 92,89% do custo total, sendo a adubação o item mais oneroso, representando 33,17% do custo total e as mudas de pimenta, o segundo maior custo,

representando 23,09% do custo total, sendo que os insumos representando 67,07% do custo total, já os custos indiretos são de apenas 7,11%.

Com a densidade de 16.667 plantas ha⁻¹, o custo com mudas de pimenta de cheiro é de 16,44%, reduzindo o custo com insumos para 64,84% do custo total, já os custos indiretos passam a representar 7,59% mesmo os demais custos permanecendo inalterados para ambas as densidades de plantio.

Assim, o custo total no cultivo mais adensado, que é de R\$ 37.890,97 por hectare, já no cultivo menos adensado é de R\$ 35.485,87, ou seja, o cultivo mais adensado tem um custo de implantação 6,77% maior quando comparado com o menos adensado.

Valor este muito acima do custo de produção estabelecido pela EMATER-DF para o cultivo de pimenta de cheiro por gotejamento. Segundo a EMATER-DF (2016), o custo produção de 1 hectare de pimenta de cheiro sob gotejamento com produtividade de 12.000 Kg é de R\$ 23.441,30. Porém se deve observar que no modelo de custo da EMATER não foi considerado a calagem do solo, sendo atribuído a isso uma parte a diferença dos custos de produção.

TABELA 4. Custo de produção de um hectare de cultivo de pimenta de cheiro com 25.000 plantas.

Sistema de produção com 25.000 plantas ha ⁻¹				
	Unidade	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
INSUMOS				
Mudas pimenta de cheiro	plantas. ha ⁻¹	25000	0,35	8750,00
Aubos químicos, calcário, aplicados no solo	kg ha ⁻¹	13230,26	0,95	12568,75
Adubação de cobertura	kg ha ⁻¹	1760	2,07	3643,20
Agrotóxico (Oxicloreto de cobre)	kg	9	27,54	247,86
Agrotóxico (Mancozebe)	kg	4	33,00	132,00
Bombeamento de água - energia elétrica	kWh ha ⁻¹	161	0,45	72,45
Subtotal (R\$)				25414,26
Percentual em relação ao custo total				72,20%
SERVIÇOS				
Aração e gradagem	hm	5	120	600
Transporte interno em geral	hm	2	62	124
Adubação	dh	12	60	720
Transplante e replante	jd	2	60	120
Pulverização manual	jd	10	60	600
Irrigação	jd	7	60	420
Colheita	jd	120	60	7200
Subtotal (R\$)				9784
Percentual em relação ao custo total				27,80%
Custo operacional efetivo				35198,26
Percentual em relação ao custo total				92,89%
CUSTOS INDIRETOS				
Custo da terra	ha mês ⁻¹	3	757	2271
Administração	ha mês ⁻¹	3	40,5	121,5
Impostos e taxas	ha mês ⁻¹	3	38,23	114,69
Encargos sociais	ha mês ⁻¹	3	11,84	35,52
Depreciação sistema Irrigação	ha mês ⁻¹	3	50	150
Subtotal (R\$)				2692,71
Percentual em relação ao custo total				7,11%
Custo total				37890,97

jd corresponde a jornada diária de trabalho de um homem e hm corresponde a uma hora de trabalho de um trator.

TABELA 5. Custo de produção de um hectare de cultivo de Pimenta de Cheiro com 16.667 plantas ha⁻¹.

Sistema de produção com 16.667 plantas ha ⁻¹				
	Unidade	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
INSUMOS				
Mudas pimenta de c	plant. ha ⁻¹	16667	0,35	5833,45
Adubos químicos, calcário, aplicados no solo	kg ha ⁻¹	13484,74	0,97	13080,20
Adubação de cobertura	kg ha ⁻¹	1760	2,07	3643,20
Agrotóxico (Oxicloreto de cobre)	kg ha ⁻¹	9	27,54	247,86
Agrotóxico (Mancozebe)	L ha ⁻¹	4	33	132,00
Bombeamento de água - energia elétrica	kWh ha ⁻¹	161	0,45	72,45
Subtotal				23009,16
Percentual em relação ao custo total				70,16%
SERVIÇOS				
Aração e gradagem	hm	5	120	600
Transporte interno em geral	hm	2	62	124
Adubação	dh	12	60	720
Transplântio e replântio	jd	2	60	120
Pulverização manual	jd	10	60	600
Irrigação	jd	7	60	420
Colheita	jd	120	60	7200
Subtotal (R\$)				9784
Percentual em relação ao custo total				29,84%
Custo operacional efetivo R\$)				32793,16
Percentual em relação ao custo total (R\$)				92,41%
CUSTOS INDIRETOS				
Custo da terra	ha mês ⁻¹	3	757	2271
Administração	ha mês ⁻¹	3	40,5	121,5
Impostos e taxas	ha mês ⁻¹	3	38,23	114,69
Encargos sociais	ha mês ⁻¹	3	11,84	35,52
Depreciação sistema Irrigação	ha mês ⁻¹	3	50	150
Subtotal				2692,71
Percentual em relação ao custo total				7,59%
Custo total (R\$)				35485,87

jd corresponde a jornada diária de trabalho de um homem e hm corresponde a uma hora de trabalho de um trator.

O valor de comercialização da pimenta de cheiro no Ceasa – DF, varia de acordo com a qualidade do produto. Para esse trabalho foi utilizado o valor médio de R\$ 1,275/ Kilo tendo como base o dia com o menor preço para a pimenta de cheiro durante o período de produção e mesmo assim a atividade se mostrou rentável para todos os quatro tratamentos utilizados. Além disso, constata-se que a produção de pimenta de cheiro apresenta resultados economicamente satisfatórios nos demais índices de eficiência econômica conforme a Tabela 6.

TABELA 6. Avaliação econômica do cultivo de um hectare de Pimenta de Cheiro na região de Brasília, DF.

Tratamento	Produtividade kg ha ⁻¹ /ano (A)	Margem total da produção (R\$ ha ⁻¹) (B)	Custo total R\$ ha ⁻¹ (C)	Relação benefício/custo (B/C)	Ponto de Nivelamento (C/Preço)	Margem de segurança (%) (C-B)/B
25.000 plantas ha ⁻¹						
Ac E40	31720	40449,24	37890,97	1,07	29713,82	-0,06
EET E40	41320	52691,13	37890,97	1,39	29713,82	-0,28
16.667 plantas ha ⁻¹						
Ac E60	30290	38625,71	35485,87	1,09	27827,76	-0,08
EET E60	33070	42170,75	35485,87	1,19	27827,76	-0,16

A relação benefício custo variou de 1,07 (Ac E40) até 1,39 (EET E40), indicando que para cada R\$ 1,00 real utilizado no custo total de produção de um hectare houve um retorno de R\$ 1,07 até R\$ 1,39. Com uma densidade de plantio maior, o tratamento com EET tem um desempenho melhor que Ac, entretanto, o tratamento com Ac tem um desempenho melhor quando comparado com EET em uma densidade de plantio menor.

O ponto de nivelamento, em que se mostra a variação da receita para igualar os custos, é igual para os tratamentos com a mesma densidade de plantio, entretanto na margem de segurança, os tratamentos com EET apresentam uma diferença significativa em relação aos com Ac. Os tratamentos com EET possuem valores correspondentes a – 0,28 e – 0,16, ou seja, para a receita se igualar ao custo, a quantidade produzida ou o preço de venda pode cair em até 28% ou 16% a depender do espaçamento. Entretanto, os tratamentos com Ac possuem uma margem menor, com valores correspondentes a – 0,23 e – 0,06, ou seja, para a receita se igualar ao custo, a quantidade produzida ou o preço de venda pode cair em até 23% ou 6% a depender do espaçamento.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se com esse trabalho que o cultivo de pimenta de cheiro é economicamente viável nas diferentes densidades de plantio adotadas e tipo de água utilizado neste trabalho. Apresentando resultados mais satisfatórios com o uso de EET com uma densidade maior de plantas por hectare.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A; Qualidade da Água de Irrigação, 1ª Edição, **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, versão online (Dezembro/2010). 228 p.
- ALTVATER, P. K. Avaliação do desempenho de um tanque séptico modificado e tratamento complementar. **Tese de Doutorado - Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2008.
- ARAÚJO, E. I. M.; FREIRE, L. C. C.; ALVES, L. A.; BERTINI, L. M. Caracterização fitoquímica e atividade antioxidante dos extratos em etanol de *Capsicum chinense* (Pimenta de Cheiro). **In: Congresso de iniciação científica do IFRN**. Currais Novos, p. 597-603, 2013.
- ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; COSTA, N. D.; RAMALHO, P. J. P. Análise dos custos de produção e rentabilidade da melancia produzida na região do submédio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 2, julho 2004, Suplemento CD-ROM.
- ASSIS, F. **SOFTWARE ASSISTAT V. 7.7 BETA** 2014. Departamento de Engenharia Agrícola. Centro De Tecnologia E Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).
- AYERS, R. S.; WESTCOOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 152-169, 2008.
- CHAGAS, R. C.; MATOS, A. T.; CECON, P. R.; MONACO, P. A. V.; FRANÇA, L. G. F. Cinética de remoção de matéria orgânica em sistemas alagados construídos cultivados com lírio amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1186–1192, 2011.
- CHERNICHARO, C. A.L. Reatores anaeróbios. **Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG**, Belo Horizonte, v.5, 1997.
- COLARES, C. J. G.; SANDRI, D. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté v. 8, n. 1, p. 172, 2013.
- EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Custo de produção da cultura de Pimenta Dedo de Moça ou de Cheiro (Gotejamento). Disponível em: http://www.emater.df.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=77:custos-de-producao (acesso: 05/12/2016)

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Produção e Comercialização de Pimenta no Distrito Federal. **Núcleo de Agronegócios**, Brasília, 2006.

EMATER-DF – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Recomendações para o uso de corretivos, matéria orgânica e fertilizantes para hortaliças**: Distrito Federal: 1ª. Aproximação. Brasília, DF: EMATER-DF; EMBRAPA-CNPQ, 1987. 50p

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção. Pimenta (*Capsicum* spp.). Disponível em:
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/importanciaeconomica.html (acesso: 27/10/2016)
https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html (acesso: 07/10/2016)

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

HORTIVALE. Descrição da pimenta de cheiro. Disponível em:
http://www.hortivale.com.br/pimenta_cheiro.htm (acesso: 07/10/2016)

LIBANO, A.M.; FELFILI, J.M. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um Cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). **Acta Botânica Brasílica**. Belo Horizonte, v. 20, n. 4, p. 927-936. (2006).

MANNICH, P. K.A.; SANTOS, D. C.; MANNICH, M. Sistema biológico alternativo para pós-tratamento de esgoto. **Revista DAE**, São Paulo, n. 181, p. 23-32, 2009.

MARTIN, N. B; SERRA, R.; ANTUNES, J. F. G.; OLIVEIRA, M. D. M.; OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, 1994.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, t. 1, p.123-139, 1976.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. M. AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 119-123, abr./jun. 2009.

MOUSINHO, F. E. P.; JÚNIOR, A. S. A.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no Estado do Piauí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 139-145, 2008.

NACHILUK, K.; OLIVEIRA, M. D. M. Custo de produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 7, n. 5, 2012.

NIMER, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 422p.

OLIVEIRA, M.D.M; NACHILUK, K.; MELLO, N.T.C. Custos de produção da cana-de-açúcar: subsídios para análise. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v.6, n.2, fevereiro 2011.

REIS, A. P. Tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes espécies de macrofitas no tratamento de esgoto. **Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília**, Brasília, 2016.

RUFINO, J. L. S; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.235, 2006.

SALATI, E.; FILHO, E.S.; SALATI, E. Utilização de sistemas de *wetlands* construídas para tratamento de águas. **Instituto Terramax – Consultoria e Projetos Ambientais LTDA**, Piracicaba, 2009.

SANDRI, D.; PEREIRA, J. A.; VARGAS, R. B. Custos de produção e rentabilidade produtiva da melancia sob diferentes lâminas e sistemas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 414-429, 2014.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

SOUSA, J. T.; VAN HAANDEL, A. C.; CAVALCANTI, P. F. F.; FIGUEIREDO, A. M. F. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 260-265, 2005.

SOUSA, J. T.; VAN HAANDEL, A. C.; COSENTINO, R. S.; GUIMARÃES. A. V. A. Pós tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “wetlands” construídos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.87-91, 2000.

SOUZA, O. P.; COUTINHO, A. C.; TORRES, J. L. R. Avaliação econômica da produção do abacaxi irrigado cv *Smooth Cayenne* no Cerrado, em Uberaba-MG. **Revista Universidade Rural**, Série Ciência da Vida, Seropédica, RJ, v. 30, n. 1, p.121-131, jan-jun, 2010.

THEBALDI, M. S.; SANDRI, D.; FELISBERTO, A. B.; ROCHA, M. S. D.; NETO, S. A. Qualidade da água para irrigação de um córrego após receber efluente tratado de abate bovino. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 109-120, 2013.

VALENTIM, M. A. A. Uso de leitos cultivados no tratamento de efluentes de tanque séptico modificado. **Tese de Doutorado -Unicamp**, Campinas, 1999.